

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1002 U.S. PRO
09/901665
07/11/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2 0 0 0 年 7 月 1 1 日

出 願 番 号
Application Number:

特 願 2 0 0 0 - 2 0 9 4 6 0

出 願 人
Applicant (s):

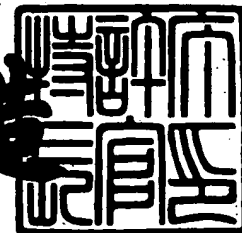
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 1 年 3 月 1 6 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 887158

【提出日】 平成12年 7月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 3/00

【発明の名称】 カラーチャートおよび色変換定義作成方法

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 岡本 高宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094330

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 正紀

【選任した代理人】

【識別番号】 100079175

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 佳男

【選任した代理人】

【識別番号】 100109689

【弁理士】

【氏名又は名称】 三上 結

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017961

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800583

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カラーチャートおよび色変換定義作成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を入力して画像データを得る入力デバイスに依存した第1の色空間内の座標点を表す第1の色データを、デバイス非依存の第2の色空間内の座標点を表す第2の色データに変換する色変換定義を作成するための、異なる色の複数の色パッチが配列されたカラーチャートにおいて、

シアン、マゼンタ、およびイエローそれぞれの色素量の3軸で表される色素量空間内の、シアン、マゼンタ、およびイエローの各単色の最小色素量 QC_b 、 QM_b 、 QY_b の組合せからなるベース色素量(QC_b 、 QM_b 、 QY_b)とシアン単色の最大色素量 QC_{max} とマゼンタ単色の最大色素量 QM_{max} とイエロー単色の最大色素量 QY_{max} とで規定される直方体の全ての頂点それぞれに対応する色パッチを含むとともに、前記直方体の、どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上の該2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色パッチをも含むことを特徴とするカラーチャート。

【請求項2】 画像を入力して画像データを得る入力デバイスに依存した第1の色空間内の座標点を表す第1の色データを、デバイス非依存の第2の色空間内の座標点を表す第2の色データに変換するための色変換定義を作成する色変換定義作成方法において、

シアン、マゼンタ、およびイエローそれぞれの色素量の3軸で表される色素量空間内の、シアン、マゼンタ、およびイエローの各単色の最小色素量 QC_b 、 QM_b 、 QY_b の組合せからなるベース色素量(QC_b 、 QM_b 、 QY_b)とシアン単色の最大色素量 QC_{max} とマゼンタ単色の最大色素量 QM_{max} とイエロー単色の最大色素量 QY_{max} とで規定される直方体の全ての頂点それぞれに対応する色パッチを含むとともに、前記直方体の、どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上の該2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色パッチを含むカラーチャートを採用して、該カラーチャートを構成する複数の色パッチそれぞれに対応する、前記第2の色空間内の座標点を表す第2の色データを取得するとともに、入力デバイスに前記カラーチャートを入力して、該カ

ラーチャートを構成する複数の色パッチそれぞれに対応する、前記第 1 の色空間内の座標点を表す第 1 の色データを取得し、

前記第 1 の色データと前記第 2 の色データとを対応づけることにより前記色変換定義を作成することを特徴とする色変換定義作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を入力して画像データを得る入力デバイスに依存した第 1 の色空間内の座標点を表す第 1 の色データを、デバイス非依存の第 2 の色空間内の座標点を表す第 2 の色データに変換する色変換定義を作成する色変換定義作成方法、およびその色変換定義を作成するための、異なる色の複数の色パッチが配列されたカラーチャートに関する。

【0002】

【従来の技術】

画像の各点から発せられる光の色は、人間の眼が赤、緑、青の 3 色のそれぞれの色を感じる 3 種類の細胞を有することに関係して、通常、RGB (R: 赤、G: 緑、B: 青)、CMY (C: シアン、M: マゼンタ、Y: イエロー)、XYZ、 $L^*a^*b^*$ などの様々な 3 次元の色空間の座標値としてデータ化される。例えば、画像の各点から発せられる光がスキャナによって、赤、緑、青の各フィルタを通して読み込まれ、上記色空間 RGB の座標値によって表される出力データ (R, G, B) が生成される。

【0003】

出力データ (R, G, B) は、スキャナの上記各フィルタや受光部などの分光分布特性に依存するために、このスキャナに固有なデバイス依存性を持ったデータとなっている。このデバイス依存性のため、このスキャナの出力データは、このままではプリンタなどの他の画像機器に渡して使用するには不適當である。しかし、この出力データ (R, G, B) と、色空間 $L^*a^*b^*$ の座標値で表される測色値データ (L^* , a^* , b^*) 等のデバイス依存性のない色データとの対応関係を定義した色変換定義が用意され、さらに、他の画像機器に対しても同様に、

この画像機器の扱う色データと測色値データとの対応関係を定義した色変換定義が用意されることにより、これらの色変換定義を組合せて、デバイス依存性のない測色値データ (L^* , a^* , b^*) を介して、スキャナ出力データ (R , G , B) を、他の画像機器のデバイス依存性のある色空間の色データに変換することができる。

【 0 0 0 4 】

スキャナ出力データと測色値データとの対応関係を定義した色変換定義は、以下のように作成できる。まず、レーザプリンタによって例えばリバーサルフィルム (RV) 上に露光を行うことにより、複数のパッチを有するカラーチャートを作成する。そして、そのカラーチャートの各パッチの透過光をスキャナで読み込むことによって、その各パッチの透過光に対応したスキャナ出力データ (R , G , B) を生成し、またそのカラーチャートの各パッチの透過光を測色することによりその各パッチに対応した測色値データ (L^* , a^* , b^*) を生成する。このように各パッチを用いて、生成したスキャナの各出力データ (R , G , B) と生成した各測色値データ (L^* , a^* , b^*) との対応付けを行い、この対応付けを例えば多項式を用いて近似的に表すことにより、一般的な出力データ (R , G , B) を測色値データ (L^* , a^* , b^*) に変換するための色変換定義が作成される。

【 0 0 0 5 】

通常、カラーチャートの複数の色パッチによって規定される領域（以下この領域を色再現領域 ($gamut$) と称する）は、上記 RV が本来発色できる全ての領域を包含してはならず、またスキャナのダイナミックレンジはその RV が本来発色できる領域よりもさらに広い。このため、このカラーチャートの色再現領域の外部での色変換定義は、例えば、上記測色値データ (L^* , a^* , b^*) と上記スキャナ出力データ (R , G , B) との対応づけに用いられる上記多項式をそのまま上記有限領域の外部に単純に拡張して作成されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

以上のようにして、色変換定義は作成される。しかし、このような色変換定義

の作成に用いられる IT8 チャート等の従来のカラーチャートでは、この色変換定義を精度よく作成することが困難となっており、特に、カラーチャートの色再現領域の境界付近および色再現領域の外部で精度よく作成することが困難となっている。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、高精度の色変換定義の作成に適したカラーチャート、およびそのカラーチャートを用いた色変換定義の作成を行う色変換定義作成方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明のカラーチャートは、

画像を入力して画像データを得る入力デバイスに依存した第1の色空間内の座標点を表す第1の色データを、デバイス非依存の第2の色空間内の座標点を表す第2の色データに変換する色変換定義を作成するための、異なる色の複数の色パッチが配列されたカラーチャートであって、

シアン、マゼンタ、およびイエローそれぞれの色素量の3軸で表される色空間内の、シアン、マゼンタ、およびイエローの各単色の最小色素量 Q_{C_b} 、 Q_{M_b} 、 Q_{Y_b} の組合せからなるベース色素量 (Q_{C_b} 、 Q_{M_b} 、 Q_{Y_b}) とシアン単色の最大色素量 $Q_{C_{max}}$ とマゼンタ単色の最大色素量 $Q_{M_{max}}$ とイエロー単色の最大色素量 $Q_{Y_{max}}$ とで規定される直方体の全ての頂点それぞれに対応する色パッチを含むとともに、上記直方体の、どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上のその2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色パッチをも含むことを特徴とする。

【0009】

上記目的を達成する本発明の色変換定義作成方法は、

画像を入力して画像データを得る入力デバイスに依存した第1の色空間内の座標点を表す第1の色データを、デバイス非依存の第2の色空間内の座標点を表す第2の色データに変換するための色変換定義を作成する色変換定義作成方法であって、

シアン、マゼンタ、およびイエローそれぞれの色素量の3軸で表される色空間内の、シアン、マゼンタ、およびイエローの各単色の最小色素量 $Q C_b$ 、 $Q M_b$ 、 $Q Y_b$ の組合せからなるベース色素量($Q C_b$ 、 $Q M_b$ 、 $Q Y_b$)とシアン単色の最大色素量 $Q C_{max}$ とマゼンタ単色の最大色素量 $Q M_{max}$ とイエロー単色の最大色素量 $Q Y_{max}$ とで規定される直方体の全ての頂点それぞれに対応する色パッチを含むとともに、上記直方体の、どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上のその2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色パッチを含むカラーチャートを採用して、そのカラーチャートを構成する複数の色パッチそれぞれに対応する、上記第2の色空間内の座標点を表す第2の色データを取得するとともに、入力デバイスに上記カラーチャートを入力して、そのカラーチャートを構成する複数の色パッチそれぞれに対応する、上記第1の色空間内の座標点を表す第1の色データを取得し、

上記第1の色データと上記第2の色データとを対応づけることにより上記色変換定義を作成することを特徴とする。

【0010】

上記本発明のカラーチャートは、上記直方体の全ての頂点それぞれおよび上記中間点それぞれに対応する色パッチを含むものであるため、上記直方体で表される色領域の境界付近には多くの色データが存在する。上記本発明の色変換定義作成方法は、このカラーチャートを用いて色変換定義を作成するものであるため、色変換定義を、従来の色変換定義作成方法と比べて、特に、カラーチャートの色再現領域の境界付近および色再現領域の外部で高精度に作成する。

【0011】

【発明の実施形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0012】

まず、本実施形態の色変換定義作成方法そのものについて説明する前に、本実施形態の色変換定義作成方法によって作成される色変換定義を使用した画像処理システムについて説明する。

【0013】

図 1 は、画像処理システムの一例の全体構成図である。

【 0 0 1 4 】

同図に示す画像処理システム 10 は、スキャナ 1 と、パーソナルコンピュータ 2 と、プリンタ 3 とからなる。スキャナ 1 によって、例えば R V 上の入力画像が読み取られて、その読み取られた入力画像を表す R G B 3 色それぞれに色分解された R G B 画像データが生成される。これらの R G B 画像データはパーソナルコンピュータ 2 に入力される。パーソナルコンピュータ 2 では、入力された R G B 画像データが C M Y K 4 色それぞれに色分解された C M Y K 画像データに変換される。ここで、K は黒色を表す。この C M Y K 画像データはプリンタ 3 に入力され、プリンタ 3 はこの C M Y K 画像データに応じてインクを用紙上に放出して出力画像を作成する。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、パーソナルコンピュータ中で画像データが変換される様子を示した図である。

【 0 0 1 6 】

同図に示すパーソナルコンピュータ 2 は、スキャナ 1 の出力データ (R, G, B) と測色値データ (L^* , a^* , b^*) との対応関係を定義するスキャナ 1 用の色変換定義 S D と、測色値データ (L^* , a^* , b^*) とプリンタ 3 の入力データ (C, M, Y, K) との対応関係を定義するプリンタ 3 用の色変換定義 P D とを有する。

【 0 0 1 7 】

このパーソナルコンピュータ 2 には、スキャナ 1 から出力された R G B 画像データが入力される。この R G B 画像データは、上記スキャナ 1 用の色変換定義 S D によって $L^* a^* b^*$ 画像データに変換される。変換された $L^* a^* b^*$ 画像データは、プリンタ 3 用の色変換定義 P D によって、プリンタ 3 の C M Y K 画像データに変換され、この変換された C M Y K 画像データがプリンタ 3 に入力される。このようにスキャナ 1 用の色変換定義 S D とプリンタ 3 用の色変換定義 P D を用いることによって、デバイス非依存の測色値データ (L^* , a^* , b^*) を介して、スキャナ 1 の出力データ (R, G, B) が、プリンタ 3 の入力データ (C, M,

Y, K) に変換されることにより、図 1 に示す、スキャナ 1 によって入力された入力画像の色味がプリンタ 3 によって出力された出力画像に再現される。

【0018】

本実施形態の色変換定義作成方法は、スキャナ 1 用の色変換定義 SD を作成する方法である。この色変換定義 SD によって定義される、スキャナ 1 の出力データ (R, G, B) を表す RGB 色空間を図 3 に示し、測色値データ (L^* , a^* , b^*) を表す $L^*a^*b^*$ 色空間を図 4 に示す。

【0019】

図 3 は、スキャナの出力データが規定される RGB 色空間を表す図である。

【0020】

同図に示す RGB 色空間は、R 軸、G 軸、および B 軸の 3 つの基本軸によって座標が規定される空間である。ここでは、同図中の点線で囲まれる 6 面体状の第 1 の定義領域 $g1_1$ 内に、上記色変換定義 SD が作成される。この第 1 の定義領域 $g1_1$ は、スキャナ 1 のダイナミックレンジより広く、スキャナ 1 から出力される RGB データは全てこの第 1 の定義領域 $g1_1$ の内部に含まれる。同図で、この第 1 の定義領域 $g1_1$ に含まれる、実線で表される 6 つの面を持つひしやげた形状の領域は、RV 本来の色再現領域である第 1 の色再現領域 $g1_2$ を示す。

【0021】

図 4 は、測色値データが規定される $L^*a^*b^*$ 色空間を表す図である。

【0022】

同図に示す $L^*a^*b^*$ 色空間は、 L^* 軸、 a^* 軸、および b^* 軸の 3 つの基本軸によって座標が規定される空間である。同図中の点線で囲まれた 6 つの面を持つ第 2 の定義領域 $g2_1$ は、上記 RGB 色空間の第 1 の定義領域 $g1_1$ に対応する領域を表す。同図で、この第 2 の定義領域 $g2_1$ に含まれる、6 つの面を持つひしやげた形状の第 2 の色再現領域 $g2_2$ は、この $L^*a^*b^*$ 色空間中での RV 本来の色再現領域を表す。

【0023】

上記スキャナ 1 用の色変換定義 SD は、この RGB 色空間の第 1 の定義領域 g

1 __ 1 中の複数の第 1 の色データそれぞれと $L^*a^*b^*$ 色空間の第 2 の定義領域 $g 2_1$ 中の複数の第 2 の色データとの間の対応関係を示すものであり、通常、RGB 色空間の第 1 の定義領域 $g 1_1$ のうちの格子状の複数の座標点それぞれで表される第 1 の色データそれぞれに対して作成される。以下では、色変換定義 SD が定義される、これらの、格子状の複数の座標点それぞれを関心点と称する。

【 0 0 2 4 】

この色変換定義 SD は、後述する本実施形態の色変換定義作成方法によって作成されるものであり、その際、例えば、図 5 に示す本実施形態の専用チャートが用いられる。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、本実施形態の専用チャートを示す図であり、図 6 は、従来の IT 8 チャートを示す図である。

【 0 0 2 6 】

まず、従来の IT 8 チャート CT 2 から説明する。図 6 に示す IT 8 チャートは、行 A ~ L および列 1 ~ 22 からなる主要部分と、同図下部に示される 1 行 22 列のグレースケールとからなる全 288 色の色パッチを有するカラーチャートである。主要部分を構成する各色パッチの各色は、行 A ~ L および列 1 ~ 12 で規定される領域の、行ごとに色相が変化し列ごとに明度や彩度の異なる色立体色 144 色と、行 A ~ L および列 13 ~ 19 で規定される領域の、各列が C, M, Y, K, R, G, B 各色に相当する原色スケールの色と、行 A ~ L および列 20 ~ 22 で規定される領域の、メーカーによって自由に配置されるメーカー固有色とからなる。

【 0 0 2 7 】

図 5 に示す専用チャート CT 1 は、同図上側の 33 行 33 列の主要部分と、同図下側の 1 行 27 列のグレースケールとからなる、実質的に全 729 色の色パッチを含むカラーチャートである。

【 0 0 2 8 】

この専用チャートの色パッチは、図 7 に示す、CMY 色素量空間中の座標点で

表される729 ($729 = 9^3$) 通りのデータ (QC , QM , QY) に基づいてプリンタによりRV上にプリントされたものである。

【0029】

図7は、本実施形態の専用チャートの色パッチそれぞれを構成するCMY各色の各色素の色素量が規定されるCMY色素量空間を示す図である。

【0030】

同図には、 QC 軸、 QM 軸、 QY 軸を基本軸とする3次元のCMY色素量空間が示され、このCMY色素量空間中の座標値によってCMY各色の色素量の組を表す色素量データが表される。同図に示される、このCMY色素量空間中の最大の直方体は、上記専用チャートの各パッチに対応した729通りのデータを含む領域を示す。このCMY色素量空間内の、シアンC、マゼンタM、およびイエローYの各単色の最大色素量を QC_{max} 、 QM_{max} 、 QY_{max} とし、シアンC、マゼンタM、およびイエローYの各単色の最小色素量を QC_b 、 QM_b 、 QY_b とする。上記直方体は、ハイライトを表す座標 (QC_b , QM_b , QY_b) で規定されるベース座標点O、純色Cの最大色素量を表す座標 (QC_{max} , QM_b , QY_b) で規定される座標点 P_C 、純色Mの最大色素量を表す (QC_b , QM_{max} , QY_b) で規定される座標点 P_M 、純色Yの最大色素量を表す座標 (QC_b , QM_b , QY_{max}) で規定される座標点 P_Y 、純色Rの最大色素量を表す座標 (QC_b , QM_{max} , QY_{max}) で規定される座標点 P_R 、純色Gの最大色素量を表す座標 (QC_{max} , QM_b , QY_{max}) で規定される座標点 P_G 、純色Bの最大色素量を表す座標 (QC_{max} , QM_{max} , QY_b) で規定される座標点 P_B 、およびシャドウを表す座標 (QC_{max} , QM_{max} , QY_{max}) で規定される最高色素量点 P_K を頂点に持つ。

【0031】

上記729通りのデータそれぞれは、C軸方向に色素量 $QC_b \sim QC_{max}$ の間を等分してなる9つの各色素量と、M軸方向に色素量 $QM_b \sim QM_{max}$ の間を等分してなる9つの各色素量と、Y軸方向に色素量 $QY_b \sim QY_{max}$ の間を等分してなる9つの各色素量とを組み合わせた729通りの色素量の座標値それぞれによって規定される。これらの座標値で規定される729通りのデータには、上記直方体の各頂点に対応する色素量データそれぞれが含まれるとともに、その直方体の、

どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上のその2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色素量データも含まれる。この中間点は、図7では、同図に示される少なくとも2つの線が交わる各点のうちの、上記直方体の8つの頂点以外の点によって表されている。

【0032】

IT8チャートは、上述したように、C、M、Y、K、R、G、B各色に相当する原色スケールの色パッチを持つ。このため、上記CMY色素量空間中の上記直方体における、上記ベース座標点Oと上記各点 P_C 、 P_M 、 P_Y 、 P_K 、 P_R 、 P_G 、 P_B との間の直線上では、これらの色パッチに対応する多くのデータが存在するけれども、上記点 P_K と上記各純色を表す点 P_C 、 P_M 、 P_Y 、 P_K 、 P_R 、 P_G 、 P_B それぞれとの間にはこれらの色パッチに対応するデータを持たない。

【0033】

これに対して、本実施形態の専用チャートは、上記直方体の全ての頂点それぞれおよび上記中間点それぞれに対応する色パッチを含むものであるため、上記直方体で表される色領域の境界上および境界付近では、この専用チャートの色パッチに対応する多くのデータが存在する。

【0034】

なお、本実施形態では、この専用チャートの各色パッチが、上記RVの色再現領域を最大限に生かしてプリントされたものであって、この専用チャートの色再現領域、すなわちこの専用チャートの各色パッチに対応する、上記RGB色空間の色データを包含する領域が、上記RGB色空間中の上記RVの色再現領域を表す第1の色再現領域 g_{1-2} と一致するものとする。

【0035】

以下、この専用チャートを用いてスキャナ1用の色変換定義SDを作成する本実施形態の色変換定義作成方法について、図8のフローチャートを用いて説明する。なお、以下に述べる色変換定義作成方法では、スキャナ1の出力データ(R、G、B)および測色値データ(L^* 、 a^* 、 b^*)の他に、最終的に得られる色変換定義SDの変換精度を向上させるために、後述する(C、M、Y)データおよび(C' 、 M' 、 Y')データを導入する。そして、(R、G、B)データと

(C, M, Y) データとの対応関係、(C, M, Y) データと (C', M', Y') データとの対応関係、および (C', M', Y') データと (L*, a*, b*) データとの対応関係を求めて、これらの対応関係を組み合わせて色変換定義 SD を決定する。

【0036】

図8は、本実施形態の色変換定義作成方法を表すフローチャートである。

【0037】

ステップS1では、RV上に作成された専用チャートをスキャナ1によって読み込み、専用チャートの複数の色パッチそれぞれに対応するRGBデータそれぞれを取得する。このように取得されたRGBデータそれぞれは、図3に示すRGB色空間の第1の色再現領域 $g1_2$ 中の729個の座標点それぞれによって表される。なお、上記729個の座標点のうち、第1の色再現領域 $g1_2$ の表面上に386個もの座標点が存在する。次にステップS2へ進む。

【0038】

ステップS2では、RGB色空間のこれらの729個の各座標点を、図9に示すCMY色空間の各座標点に変換する。

【0039】

図9は、図3に示すRGB色空間に対応するCMY空間を表す図である。

【0040】

図9に示すCMY色空間は、C軸、M軸、およびY軸の3つの基本軸によって座標が表される。同図中の点線で囲まれる直方体状の領域は、図3に示すRGB空間内の第1の定義領域 $g1_1$ に対応する領域（第1の定義領域 $g1_1'$ ）である。図9で、この領域 $g1_1'$ に含まれる、実線で表される6つの面を持つひしやげた形状の領域は、図3に示すRGB空間内の第1の色再現域 $g1_2$ に対応する色再現域（第1の色再現域 $g1_2'$ ）を示す。

【0041】

ここで、RGB色空間の座標点 (R, G, B) に対応するCMY色空間の座標点 (C, M, Y) は、変換式

$$C = F_C(R, G, B) \quad \dots (1)$$

$$M = F_M(R, G, B) \quad \dots (2)$$

$$Y = F_Y(R, G, B) \quad \dots (3)$$

の形で表されるものとする。この変換式の例として、例えば、

$$C = -1 \circ g_{10} R \quad \dots (1')$$

$$M = -1 \circ g_{10} G \quad \dots (2')$$

$$Y = -1 \circ g_{10} B \quad \dots (3')$$

等があげられる。但し、変換式は、これらの式 1' , 2' , 3' に限られるものではなく、最終的に得られる色変換定義 S D による色再現性が良好となるものを選べばよい。次にステップ S 3 へ進む。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 3 では、測色器によって R V 上の専用チャートを側色し、専用チャートの複数の色パッチそれぞれに対応する $L^* a^* b^*$ データそれぞれを取得する。このように取得された $L^* a^* b^*$ データそれぞれは、図 4 に示す $L^* a^* b^*$ 色空間の第 2 の色再現領域 g_2_2 中の 7 2 9 個の座標点それぞれによって表される。なお、この 7 2 9 個の座標点のうち、 $L^* a^* b^*$ 色空間の第 2 の色再現領域 g_2_2 の表面上にも 3 8 6 個の座標点が存在する。次にステップ S 4 へ進む。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 4 では、 $L^* a^* b^*$ 色空間のこれらの 7 2 9 個の各座標点を、以下に述べるように、図 1 0 に示す $C' M' Y'$ 色空間の各座標点に変換する。ここで、 $C' M' Y'$ 色空間とは、特開平 1 0 - 1 6 4 3 5 2 号公報に開示されるように、 (X, Y, Z) や (L^*, a^*, b^*) 等の測色値から変換されてなる、デバイス依存性のない、CMY の測色的 E N D (E q u i v a l e n t n e u t r a l d e n s i t y) 値 (C', M', Y') の空間を表す。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 は、図 4 に示す $L^* a^* b^*$ 色空間に対応する $C' M' Y'$ 空間を表す図である。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 に示す $C' M' Y'$ 色空間は、 C' 軸、 M' 軸、および Y' 軸の 3 つの基本軸によって座標が表される。同図中の点線で囲まれる直方体状の領域は、図

4に示す $L^*a^*b^*$ 色空間内の第2の定義領域 $g2_1$ に対応する領域(第2の定義領域 $g2_1'$)である。図10で、この第2の定義領域 $g2_1'$ に含まれる、実線で表される6つの面を持つひしやげた形状の領域は、図4に示す $L^*a^*b^*$ 色空間内の第2の色再現域 $g2_2$ に対応する色再現域(第2の色再現域 $g2_2'$)を示す。

【0046】

図4に示す $L^*a^*b^*$ 色空間の上記729個の各座標点(L^* , a^* , b^*)に対応する、この図10に示す $C' M' Y'$ 色空間中の各座標点(C' , M' , Y')は、変換式

$$C' = F_{C'}(L^*, a^*, b^*) \quad \dots (4)$$

$$M' = F_{M'}(L^*, a^*, b^*) \quad \dots (5)$$

$$Y' = F_{Y'}(L^*, a^*, b^*) \quad \dots (6)$$

の形で表されるものとする。この変換式の具体的な導出例について以下に述べる。なお、ここで取り扱う $L^*a^*b^*$ 色空間は、CIE LAB色空間であるとする。

【0047】

まず、ここで上記729個の各座標点(L^* , a^* , b^*)を、以下に示す関係式

$$L^* = 116 \times f(Y/Y_n) - 16 \quad \dots (\alpha 1)$$

$$a^* = 500 \times \{f(X/X_n) - f(Y/Y_n)\} \quad \dots (\alpha 2)$$

$$b^* = 200 \times \{f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)\} \quad \dots (\alpha 3)$$

を用いて、XYZ色空間における729個の各座標点(X, Y, Z)に変換する。但し、この関係式で使用する関数 $f(t)$ は、 $t > 0$ 、0.008856の範囲では、

$$f(t) = t^{1/3}$$

となり、 $t \leq 0$ 、0.008856の範囲では、

$$f(t) = 7.787 \times t + 16 / 116$$

となる関数である。(コロナ社刊「色再現工学の基礎」(著者：太田登、初版第1刷)27～28ページ参照)。

【0048】

次に、このように変換されてなる729個の各座標点(X, Y, Z)を、以下のようにして、C' M' Y' 色空間中の729個の各座標点(C', M', Y')に変換する。

【0049】

図11は、xy色度図を示す図である。

【0050】

同図には、実在する色の全域を囲った全色領域T0の中に、点線で囲まれた、上記第2の色再現域g2__2に対応した色再現域g2__2"が示されている。

【0051】

ここでXYZ色空間中の座標点(X, Y, Z)と、xy色度図上の座標点(x, y)は、以下の関係にある。

【0052】

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

なお、z色度値は、

$$z = 1 - x - y = Z / (X + Y + Z)$$

で表される。z色度値は、図11のxy色度図の表記においては不要であるが、後の計算に必要となる。

【0053】

次に、このxy色度図上に所定の白色点を定める。本実施形態では、CIEの補助標準の光D₅₀の色度値を表す以下の点(x_w, y_w, z_w)を白色点W_{xyz}とする。

【0054】

$$(x_w, y_w) = (0.3457, 0.3586)$$

次に、このxy色度図上に、R、G、Bの各原色を表す各原色点R_{xyz}、G_{xyz}、B_{xyz}を頂点に持ち、上記色再現域g2__2"を包含する三角形の領域T1を考える。これらの3頂点は、重心が上記白色点W_{xyz}となるように設定する。また、この三角形の領域T1は、色再現域g2__2"を包含し、かつ面積が最小と

なるように設定することが望ましい。ここでは、上記3原色点 R_{xyz} 、 G_{xyz} 、 B_{xyz} の $x y z$ 色度値を、それぞれ (x_R, y_R, z_R) 、 (x_G, y_G, z_G) 、 (x_B, y_B, z_B) で表す。

【0055】

さて、 $x y$ 色度図上で各原色点 R_{xyz} 、 G_{xyz} 、 B_{xyz} の重心が上記白色点 W_{xyz} となることからわかるように、この $x y$ 色度図は、RGB各色の加法混色を表す空間となっている。このため、 $x y$ 色度図上の点を、例えば原点Oからこれらの各原色点 R_{xyz} 、 G_{xyz} 、 B_{xyz} 方向への各ベクトルの線形結合で表すことが考えられ、これらの各ベクトル方向への所定の各距離パラメータ R 、 G 、 B を導入すると、 $x y$ 色度図上の点を、これらのパラメータによって表されるRGB空間上の座標 (R, G, B) によって表すことができる。座標 (R, G, B) とその座標が表す点と同じ点を表す上記座標 (X, Y, Z) とは、以下に示す線形変換式によって互いに関係づけられる（朝倉書店刊「色彩工学の基礎」著者：池田光男125～130ページ参照）。

【0056】

$$R = a_{11}X + a_{12}Y + a_{13}Z \quad \cdots (\alpha 4)$$

$$G = a_{21}X + a_{22}Y + a_{23}Z \quad \cdots (\alpha 5)$$

$$B = a_{31}X + a_{32}Y + a_{33}Z \quad \cdots (\alpha 6)$$

この式 $\alpha 1$ は、

白色点 (x_w, y_w, z_w) に関し、

$$a_{11}x_w + a_{12}y_w + a_{13}z_w = 1 \quad \cdots (\alpha 7)$$

$$a_{21}x_w + a_{22}y_w + a_{23}z_w = 1 \quad \cdots (\alpha 8)$$

$$a_{31}x_w + a_{32}y_w + a_{33}z_w = 1 \quad \cdots (\alpha 9)$$

Rの原色点 (x_R, y_R, z_R) に関し、

$$a_{21}x_R + a_{22}y_R + a_{23}z_R = 0 \quad \cdots (\alpha 10)$$

$$a_{31}x_R + a_{32}y_R + a_{33}z_R = 0 \quad \cdots (\alpha 11)$$

Gの原色点 (x_G, y_G, z_G) に関し、

$$a_{11}x_G + a_{12}y_G + a_{13}z_G = 0 \quad \cdots (\alpha 12)$$

$$a_{31}x_G + a_{32}y_G + a_{33}z_G = 0 \quad \cdots (\alpha 13)$$

B の原色点 (x_B, y_B, z_B) に関し、

$$a_{11}x_B + a_{12}y_B + a_{13}z_B = 0 \quad \dots (\alpha 14)$$

$$a_{21}x_B + a_{22}y_B + a_{23}z_B = 0 \quad \dots (\alpha 15)$$

がそれぞれ成立する。

【0057】

これらの式 ($\alpha 7$) ~ ($\alpha 15$) 中には、例えば、 a_{11}, a_{12}, a_{13} を含む式に着目すると、以下の3本の式

$$a_{11}x_W + a_{12}y_W + a_{13}z_W = 1$$

$$a_{11}x_G + a_{12}y_G + a_{13}z_G = 0$$

$$a_{11}x_B + a_{12}y_B + a_{13}z_B = 0$$

が存在し、これら3本の式の連立方程式を解くことにより、 a_{11}, a_{12}, a_{13} を求めることができる。またこれと同様にして、 a_{21}, a_{22}, a_{23} を含む式も3本存在し、 a_{31}, a_{32}, a_{33} を含む式も3本存在し、それらの連立方程式を解くことにより、上記式 ($\alpha 4$) ~ ($\alpha 6$) 中に現れる係数 a_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) を求めることができる。

【0058】

このようにして求められた係数 a_{ij} を持つ上記式 ($\alpha 4$) ~ ($\alpha 6$) によって、座標 (X, Y, Z) は、座標 (R, G, B) へ変換される。そして、この座標 (R, G, B) は、以下の式によって、座標 (C', M', Y') に変換される。

【0059】

$$C' = -1 \circ g_{10} (R/R_W) \quad \dots (\alpha 16)$$

$$M' = -1 \circ g_{10} (G/G_W) \quad \dots (\alpha 17)$$

$$Y' = -1 \circ g_{10} (B/B_W) \quad \dots (\alpha 18)$$

ここで、定数 R_W, G_W, B_W それぞれは、上記白色点 W_{xyz} の座標を上記式 ($\alpha 4$) ~ ($\alpha 6$) に代入して求めた R, G, B それぞれの値を表す。

【0060】

以上述べたように、式 ($\alpha 1$) ~ ($\alpha 3$)、式 ($\alpha 4$) ~ ($\alpha 6$)、および式 ($\alpha 16$) ~ ($\alpha 18$) を合成することにより、上記 $L^*a^*b^*$ 色空間の座標点

(L^* , a^* , b^*) に対応する、 C' M' Y' 色空間中の各座標点 (C' , M' , Y') を求める上記変換式 (4) ~ (6) が導出される。次に、ステップ S 5 へ進む。

【0061】

ステップ S 5 では、上記専用チャート CT 1 の各色パッチをスキャナ 1 で読み込んで得られた各色データ (R , G , B) に対応する、ステップ S 2 で求めた上記 CMY 空間中の各座標点 (C , M , Y) と、上記専用チャート CT 1 の各色パッチを測色して得られた各測色値 (L^* , a^* , b^*) に対応する、ステップ S 4 で求めた上記 C' M' Y' 色空間中の各座標点 (C' , M' , Y') との対応関係を求める。この対応関係は、以下の数 1 に示す 3 つの多項式を用いて表す。

【0062】

【数 1】

$$C' = \sum_{i,j,k=0}^{i+j+k \leq n} A^{(1)}_{ijk} C^i M^j Y^k \quad \dots (7)$$

$$M' = \sum_{i,j,k=0}^{i+j+k \leq n} A^{(2)}_{ijk} C^i M^j Y^k \quad \dots (8)$$

$$Y' = \sum_{i,j,k=0}^{i+j+k \leq n} A^{(3)}_{ijk} C^i M^j Y^k \quad \dots (9)$$

【0063】

数 1 に示す 3 つの式 (7) ~ (9) それぞれの左辺に示される C' 、 M' 、 Y' それぞれは、いずれも、上記 CMY 色空間中の第 1 の色再現領域 $g1_2'$ の内部に存在する、座標点 (C , M , Y) に対応する、上記 C' M' Y' 色空間中の座標点 (C' , M' , Y') の各座標成分である。これらの式 (7) ~ (9) それぞれの右辺は、いずれも CMY 空間中の座標成分を表す変数 C , M , Y の n 次多項式となっており、例えば式 (7) では、多項式の各項は $A^{(1)}_{ijk} C^i M^j Y^k$ で表される。ここで、 $A^{(1)}_{ijk}$ は、この項の係数を表し、指数 i 、 j 、 k は、

いずれも0以上の整数であって、これらの指数の和 $i + j + k$ は上記最大の次数 n 以下となっている。式(8)、(9)では、多項式の各項の係数は、 $A^{(2)}_{ijk}$ 、 $A^{(3)}_{ijk}$ と表されている。なお、これらの式(7)～(9)によって表される変換の精度は、最大の次数 n が大きいほど一般に向上し、本実施形態では、この最大の次数 n を $n = 7$ とする。

【0064】

ここで、ステップS2で求められた、CMY色空間の第1の色再現領域 $g1_2'$ 中の729個の各座標点(C, M, Y)を上記式(7)～(9)の右辺のC、M、Yに代入することによって得られた座標点(C', M', Y')それぞれは、それらの各座標点(C, M, Y)に対応するステップS2で取得された729個の座標点(C', M', Y')それぞれを再現するものであることが好ましい。上記係数 $A^{(1)}_{ijk}$ 、 $A^{(2)}_{ijk}$ 、 $A^{(3)}_{ijk}$ それぞれは、上記式(7)～(9)によって求められたこれらの各座標点(C', M', Y')がこれらの各座標点全体で平均して最も再現性が高まるように、例えば回帰分析によって決定する。このように決定した係数 $A^{(1)}_{ijk}$ 、 $A^{(2)}_{ijk}$ 、 $A^{(3)}_{ijk}$ を上記式(7)～(9)に採用することによって、上記CMY空間中の座標点(C, M, Y)から上記C' M' Y' 色空間中の座標点(C', M', Y')への変換を高い精度で規定する変換多項式が決定される。次にステップS6へ進む。

【0065】

ステップS6では、図3に示すRGB色空間における上記第1の定義領域 $g1_1$ のうちの、色変換定義SDが定義される上述した関心点それぞれを取得する。以下では、これらの関心点のうちの1つの関心点(R_c , G_c , B_c)に着目して説明を進めるが、この関心点以外の関心点に対しても、この関心点(R_c , G_c , B_c)の場合と同様な操作が行われる。次にステップS7～ステップS8へ進む。

【0066】

ステップS7～ステップS8では、ステップS6で取得した関心点それぞれが、上記第1の色再現領域 $g1_2$ の内部に存在するか外部に存在するか否かの判定を行う。

【 0 0 6 7 】

ある関心点 (R_c, G_c, B_c) が第 1 の色再現領域 $g 1_2$ の内部 (外部) に存在する場合には、この関心点 (R_c, G_c, B_c) に対応する、図 9 に示す CMY 空間内の関心点 (C_c, M_c, Y_c) も、CMY 空間内の第 1 の色再現領域 $g 1_2'$ の内部 (外部) に存在するため、上記判定は、関心点 (C_c, M_c, Y_c) が第 1 の色再現領域 $g 1_2'$ の内部にあるか否かを判別することによって行う。

【 0 0 6 8 】

この判別の手順の一例について、再び図 9 を参考にして、以下に説明する。

【 0 0 6 9 】

上述した CMY 空間を表す図 9 には、図 3 にはない、1 つの黒丸 $a 1$ および 2 つの白丸 $a 2, a 3$ と、2 つの×印 $b 1, b 2$ とが示されている。白丸 $a 2, a 3$ は上記判定には無関係であるため、後に説明する。黒丸 $a 1$ は、上述した関心点 (C_c, M_c, Y_c) を表す。

【 0 0 7 0 】

この関心点を表す黒丸 $a 1$ から、M 軸と Y 軸とを含む MY 平面上に、同図に一点鎖線で示される垂線を下ろす。この場合には、この垂線と、上記第 2 の色再現領域 $g 1_2'$ との 2 つの交点が存在し、それ等の 2 つの交点それぞれが、上記×印 $b 1, b 2$ によって示される。同図に示す場合には、これらの×印 $b 1, b 2$ で表される 2 つの交点の C 座標値は、いずれも、黒丸 $a 1$ で表される上記関心点 (C_c, M_c, Y_c) の C 座標値と比較して小さい。このような座標値の大小関係から、この黒丸 $a 1$ で表される関心点は、上記第 1 の色再現領域 $g 1_2'$ の外部に存在することがわかる。

【 0 0 7 1 】

一般には、MY 平面上だけでなく、CM 平面上および YC 平面上にもそれぞれ垂線を下ろし、同様に、関心点 (C_c, M_c, Y_c) の座標値と、これらの垂線それぞれと、上記第 1 の色再現領域 $g 1_2'$ との交点の座標値との大小関係を調べることによって、関心点 (C_c, M_c, Y_c) が、この第 1 の色再現領域 $g 1_2'$ の内部に存在しているか外部に存在しているかを判定する。

【0072】

このようにして判定された結果に基づいて、判定対象となった関心点 (C_c , M_c , Y_c) が、第1の色再現領域 $g1_2'$ の内部に存在すればステップS9へ進み、外部に存在すればステップS10～ステップS12へ進む。

【0073】

ステップS9では、関心点 (C_c , M_c , Y_c) が上記第1の色再現領域 $g1_2'$ の内部に存在する場合の、その関心点 (C_c , M_c , Y_c) に対応する、上記 C' M' Y' 色空間中の座標点 (C_c' , M_c' , Y_c') を、ステップS5で求めた変換多項式によって計算する。次に、ステップS13へ進む。

【0074】

ステップS10～ステップS12では、関心点 (C_c , M_c , Y_c) が上記第1の色再現領域 $g1_2'$ の外部に存在する場合の、その関心点 (C_c , M_c , Y_c) に対応する、上記 C' M' Y' 色空間中の座標点 (C_c' , M_c' , Y_c') を以下に示す1次補外によって決定する。

【0075】

このステップS10～ステップS12のうちの、ステップS10では、1次補外で使用される、上記第1の色再現領域 $g1_2'$ 内部の1点である代表点 (C_a , M_a , Y_a) を決定する。ここでは、図9に示す白丸a3をその代表点とし、この白丸a3で表される代表点と、上記黒丸a1で表される関心点との間は距離 D' だけ互いに離れているものとする。なお、ここでは、上記第1の色再現領域 $g1_2'$ の外部の全ての関心点に対して同じ1つの代表点が使用される。次に、ステップS11へ進む。

【0076】

ステップS11では、図9の黒丸a1で表される上記関心点 (C_c , M_c , Y_c) と、図9の白丸a3で表されるステップS9で求められた上記代表点 (C_a , M_a , Y_a) とを互いに結ぶ直線上にあって、上記第1の色再現領域 $g1_2'$ の表面上あるいは上記第1の色再現領域 $g1_2'$ 内部のその表面近辺に存在する表面点 (C_b , M_b , Y_b) を決定する。この表面点は、図9では、白丸a2で示される。ここでは、この白丸a2で表される表面点と、上記白丸a1で表される

代表点との間は距離 D_s だけ互いに離れているものとする。

【0077】

この表面点の設定は、例えば、上記黒丸 a 1 で表される関心点から、上記白丸 a 3 で表される代表点へ、所定の距離ずつ近づけた点を設定し、そのように設定した点が上記第 1 の色再現領域 $g\ 1_2'$ の内部にあるか外部にあるかを上記ステップ S 3 での判定と同様にして判定し、はじめてその内部にあると判定された点を表面点とすることにより行われる。

【0078】

次にステップ S 1 2 に進む前に、図 10 を参照して、CMY 色空間における、上記黒丸 a 1 で表される関心点、上記白丸 a 2 で表される表面点、および上記白丸 a 3 で表される代表点それぞれに対応する、 $C'\ M'\ Y'$ 色空間における各点について述べておく。

【0079】

$C'\ M'\ Y'$ 色空間を表す図 10 は、図 4 に加えて、図 4 にはない、1 つの黒丸 a 1' および 2 つの白丸 a 2' , a 3' とが示されている。黒丸 a 1' は、図 9 に示す黒丸 a 1 で表される関心点 (C_c, M_c, Y_c) に対応する点であり、この点の座標 (C_c', M_c', Y_c') は、以下のステップ S 1 1 で求められる。

【0080】

白丸 a 2' は、図 9 に示す白丸 a 2 で表される表面点 (C_b, M_b, Y_b) に対応する、 $C'\ M'\ Y'$ 色空間内の点を表す。ここで、この $C'\ M'\ Y'$ 色空間内の点は座標 (C_b', M_b', Y_b') で規定されるものとする。この座標は、上記表面点の座標から、ステップ S 5 で求めた変換多項式を使用して求められる。

【0081】

白丸 a 3' は、図 9 に示す白丸 a 3 で表される代表点 (C_a, M_a, Y_a) に対応する、この $C'\ M'\ Y'$ 色空間における点を表す。ここで、この $C'\ M'\ Y'$ 色空間内の点は座標 (C_a', M_a', Y_a') で規定されるものとする。この座標は、上記白丸 a 2' の場合と同じく、上記代表点の座標から、ステップ S 5 で求めた変換多項式を使用して求められる。

【0082】

ステップ S 1 2 では、以下の数 2 に示す一次補外式を用いて、CMY 色空間中の座標 (C_c, M_c, Y_c) に位置する関心点 a 1 に対応する、 $C' M' Y'$ 色空間の点 a 1' の座標 (C_c', M_c', Y_c') を計算する。

【0 0 8 3】

【数 2】

$$C_c' = C_a' + \left(\frac{D'}{D_s} \right) \cdot (C_b' - C_a') \quad \dots (10)$$

$$M_c' = M_a' + \left(\frac{D'}{D_s} \right) \cdot (M_b' - M_a') \quad \dots (11)$$

$$Y_c' = Y_a' + \left(\frac{D'}{D_s} \right) \cdot (Y_b' - Y_a') \quad \dots (12)$$

【0 0 8 4】

数 2 に示す 3 つの式 (10) ~ (12) は、CMY 色空間中の代表点 a 3 と表面点 a 2 との間の距離 D_s に対する CMY 色空間中の代表点 a 3 と関心点 a 1 との間の距離 D' の比が、 $C' M' Y'$ 色空間における、上記代表点に対応する座標 (C_a', M_a', Y_a') の点 a 3' と上記表面点に対応する座標 (C_b', M_b', Y_b') の点 a 2' との間の距離に対する上記代表点に対応する座標 (C_a', M_a', Y_a') の点 a 3' と上記関心点に対応する座標 (C_c', M_c', Y_c') の点 a 1' との間の距離の比に等しくなるように、関心点 a 1 に対応する点 a 1' の座標 (C_c', M_c', Y_c') を求める補外式となっている。ここで、比 D' / D_s は、比 $(C_c - C_a) / (C_b - C_a)$ のように書き換えることができるため、上記 3 つの式 (10) ~ (12) それぞれは、右辺が C_c, M_c, Y_c の 1 次式からなる 1 次補外式となっている。これらの式 (10) ~ (12) によって関心点 a 1 の座標 (C_c, M_c, Y_c) から上記 $C' M' Y'$ 色空間中の点 a 1' の座標 (C_c', M_c', Y_c') が決定される。次にステップ S 1 3 へ進む。

【0085】

ステップS13では、ステップS6で取得された関心点の座標 (C_c, M_c, Y_c) と、ステップS9およびステップS12で計算された、この関心点に対応する上記 $C' M' Y'$ 色空間中の点の座標 (C'_c, M'_c, Y'_c) との対応関係を決定する。次にステップS14へ進む。

【0086】

ステップS14では、まず、上記ステップS13で得られた座標 (C_c, M_c, Y_c) と座標 (C'_c, M'_c, Y'_c) との対応関係の、座標 (C_c, M_c, Y_c) の点に対応する上記RGB色空間内の関心点の座標 (R_c, G_c, B_c) を求める。この関心点の座標 (R_c, G_c, B_c) は、既にステップS6取得されたものである。次に、この対応関係の、座標 (C'_c, M'_c, Y'_c) の点に対応する上記 $L^*a^*b^*$ 空間内の点の座標 (L_c^*, a_c^*, b_c^*) を、上記式(4)～(6)で表される変換の逆変換によって求める。そして、このように求められた座標 (C_c, M_c, Y_c) と座標 (L_c^*, a_c^*, b_c^*) とから、上記RGB色空間内の関心点の座標 (R_c, G_c, B_c) と、その関心点に対応する上記 $L^*a^*b^*$ 空間内の点の座標 (L_c^*, a_c^*, b_c^*) との対応関係を決定する。

【0087】

このような対応関係を、上記RGB色空間内の第1の定義領域 $g1_1'$ 中の上記第1の色再現領域 $g1_2'$ 内外に渡る全ての各関心点の座標 (R_c, G_c, B_c) に対して求めることにより、これらの全ての各関心点の座標 (R_c, G_c, B_c) を対応する各座標 (L_c^*, a_c^*, b_c^*) に変換する色変換定義SDが決定される。

【0088】

本実施形態の色変換定義作成方法は、このように、図7に示す上記直方体の全ての頂点それぞれおよび上記中間点それぞれを含む、その直方体で表される色領域の境界付近での多くのデータに基づいて生成された色パッチを有する専用チャートCT1を用いているため、上記第1の色再現領域 $g1_2$ や上記第2の色再現領域 $g2_2$ の境界付近および境界外での色変換定義SDの作成を高精度に行うことができる。

【 0 0 8 9 】

また、このように上記専用チャートCT1を用いて決定された色変換定義SDを表す三次元ルックアップテーブル(3D-LUT)を形成した場合には、この3D-LUTは、それぞれ例えば10ビット(1024)の階調を有する階調値 R_c 、 G_c 、 B_c 、 L_c^* 、 a_c^* 、 b_c^* からなる(R_c 、 G_c 、 B_c 、 L_c^* 、 a_c^* 、 b_c^*)の各組のデータを少なくとも色パッチの数である729($729=9^3$)個以上有する、非常にサイズの大きなものとなる。しかし、本実施形態の色変換定義作成方法では、上記式(1)～(12)と上記式(7)～(9)の多項式の係数とを記憶しておけば、これらの式および係数によって色変換定義SDを作成できるため、パーソナルコンピュータ中のメモリ資源を大きく節約できる。

【 0 0 9 0 】

以上に述べた色変換定義作成を、従来のIT8チャートを用いて行った場合と、本実施形態の専用チャートを用いて行った場合との比較結果を表1に示す。

【 0 0 9 1 】

【表1】

	チャートA (専用チャート)	チャートB (IT8)	チャートC (IT8)
パッチ数	729	288	288
アルゴリズム	7次多項式+ α	3次多項式	不明
288色の 平均色差	1.8	1.9	4.6
3375色の 平均色差	1.7	6.5	12.0

【 0 0 9 2 】

表1の最上段には、3つのチャートの名称である、チャートA、チャートB、およびチャートCそれぞれが示されている。チャートAは、本実施形態の専用チャートに相当するカラーチャートであり、チャートBとチャートCは、IT8チャートを表す。表1の最左欄には、パッチ数、アルゴリズム、228色の平均色差、3375色の平均色差という各項目が示されており、以下、上記3つのチャートそれぞれに対してこれらの各項目について説明する。

【0093】

パッチ数については、チャートAは729、チャートBとチャートCは288である。チャートBとチャートCとは、このようにパッチ数は同じであるが、作成したメーカーが異なるため上記メーカー固有色が互いに異なっている。

【0094】

アルゴリズムは、これらの各チャートを用いて色変換定義を作成する際に使用した算法を示す。チャートAについては、本実施形態の色変換定義作成と同様に、色再現領域内では7次多項式を用い、色再現領域の外部では1次補外を行うことにより色変換定義を作成した。また、チャートBについては、色再現領域内外で3次多項式を用いて色変換定義を作成した。これらの各チャートには、これらの各チャートに最も適すると考えられるアルゴリズムが採用されている。なお、チャートCについては、アルゴリズムは不明である。

【0095】

これらのチャートとは異なる、288色の色パッチを持つ新たなカラーチャートを用意し、用意したカラーチャートをスキャナで読み込んで得たCMYデータを、上記各チャートA、B、Cごとに、これらのチャートを用いて得られた色変換定義で変換した288色分の $L^*a^*b^*$ データと、用意したカラーチャートを測色して得た288色分の $L^*a^*b^*$ データとを互いに比較して得た288色分の色差を測定した。これらの288色分の $L^*a^*b^*$ データの色差の平均値は、チャートCに対しては4.6と大きい、チャートBでは1.9と小さく、チャートAでは1.8とさらに小さかった。

【0096】

同様に、3375色の色パッチを持つ新たなカラーチャートを用意し、このカラーチャートについても同様にして色差を測定した。これらの3375色の色パッチに対応した3375色分の $L^*a^*b^*$ データの色差の平均値は、チャートCに対しては12.0と非常に大きく、チャートBでも6.5と大きい。これに対して本実施形態の専用チャートに相当するチャートAでは1.7と小さかった。

【0097】

以上の結果に示されるように、本実施形態の専用チャートを用いて作成された

色変換定義によって、非常に小さな色差をもたらす、高精度の色変換が行われる。

【0098】

なお、本実施形態では、スキャナのRGB色空間中の座標値で表されるスキャナ出力データと $L^*a^*b^*$ 色空間中の座標値で表される測色値データとの間での色変換定義を取り上げたが、本発明の色変換定義作成方法は、それらの色空間の間の色変換定義に限られるものではなく、一般の2つの色空間の間の色変換定義を作成するために用いられてもよい。

【0099】

また、本実施形態の色変換定義作成方法では、色再現領域の外部における色変換定義の作成には、上述した1次補外が行われるため、2つの関心点それぞれに対応する2つの表面点それぞれの相互の位置関係は、それらの2つの関心点それぞれにおいても維持されている。このため、本実施形態の色変換定義作成方法によって作成された色変換定義には、上述した階調反転が生ずることなく、物理的に整合性のあるものとなっている。本実施形態の専用チャートは、色再現領域の境界付近に多くの色データをもたらすものであるため、色再現領域外部における色変換定義を精度良く作成するためのカラーチャートとして適している。

【0100】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、高精度の色変換定義の作成に適したカラーチャート、およびそのカラーチャートを用いた色変換定義の作成を行う色変換定義作成方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

画像処理システムの一例の全体構成図である。

【図2】

パーソナルコンピュータ中で画像データが変換される様子を示した図である。

【図3】

スキャナの出力データが規定されるRGB色空間を表す図である。

【図 4】

測色値データが規定される $L^*a^*b^*$ 色空間を表す図である。

【図 5】

本実施形態の専用チャートを示す図である。

【図 6】

従来の IT8 チャートを示す図である。

【図 7】

本実施形態の専用チャートの色パッチそれぞれを構成する CMY 各色の各色素の色素量が規定される CMY 色素量空間を示す図である。

【図 8】

本実施形態の色変換定義作成方法を表すフローチャートである。

【図 9】

図 3 に示す RGB 色空間に対応する CMY 空間を表す図である。

【図 10】

図 4 に示す $L^*a^*b^*$ 色空間に対応する $C' M' Y'$ 空間を表す図である。

【図 11】

$x y$ 色度図を示す図である。

【符号の説明】

- 1 スキャナ
- 2 パーソナルコンピュータ
- 3 プリンタ
- 10 画像処理システム
- a_1, a_1' 関心点
- a_2, a_2' 表面点
- a_3, a_3' 代表点
- g_{1_1}, g_{1_1}' 第 1 の定義領域
- g_{1_2}, g_{1_2}' 第 1 の色再現領域
- g_{2_1}, g_{2_1}' 第 2 の定義領域
- $g_{2_2}, g_{2_2}', g_{2_2}''$ 第 2 の色再現領域

CT1 専用チャート

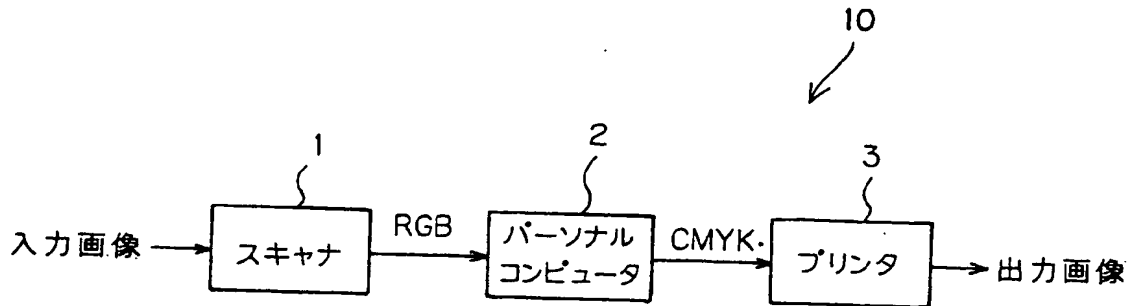
CT2 IT8チャート

SD スキャナ色変換定義

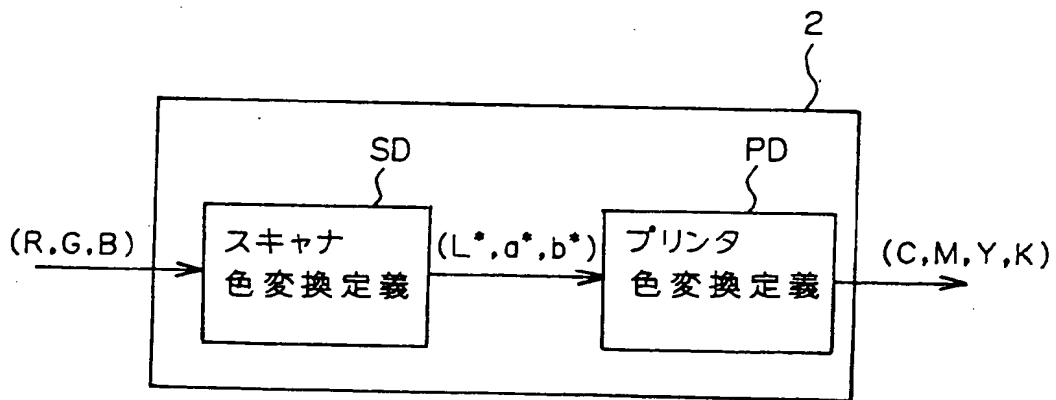
PD プリンタ色変換定義

【書類名】 図面

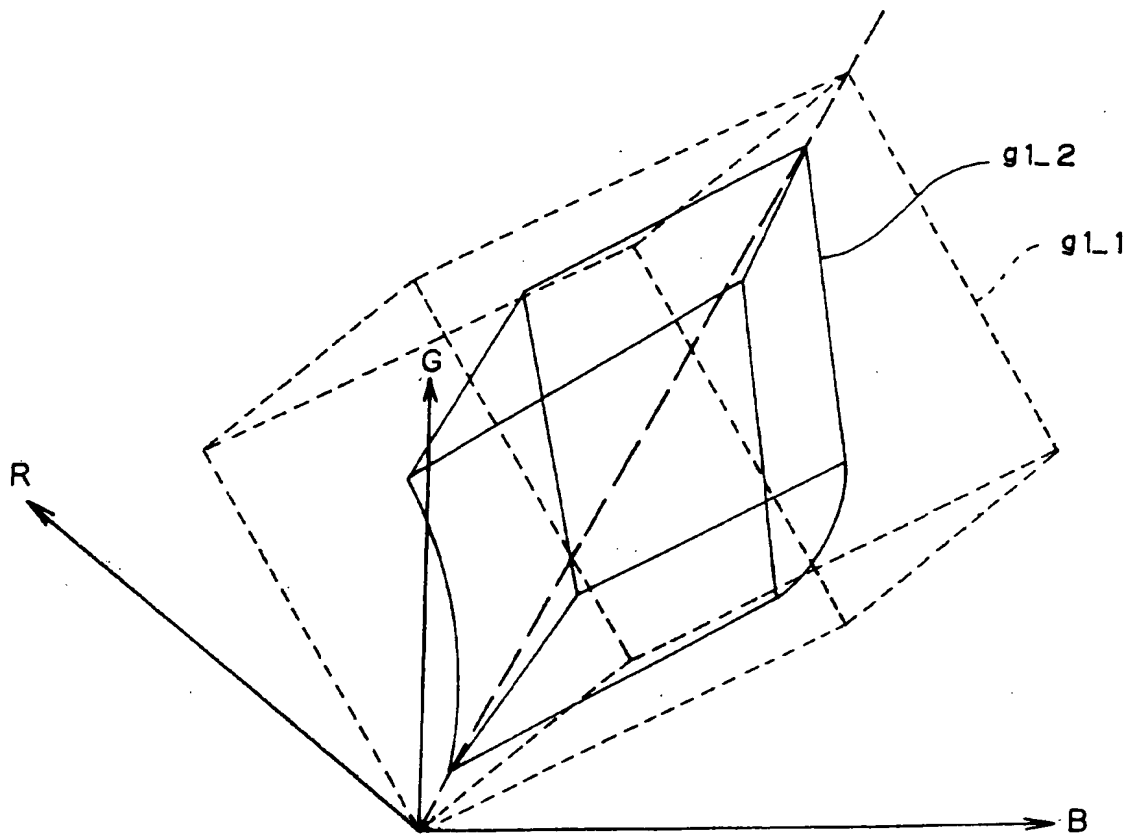
【図 1】



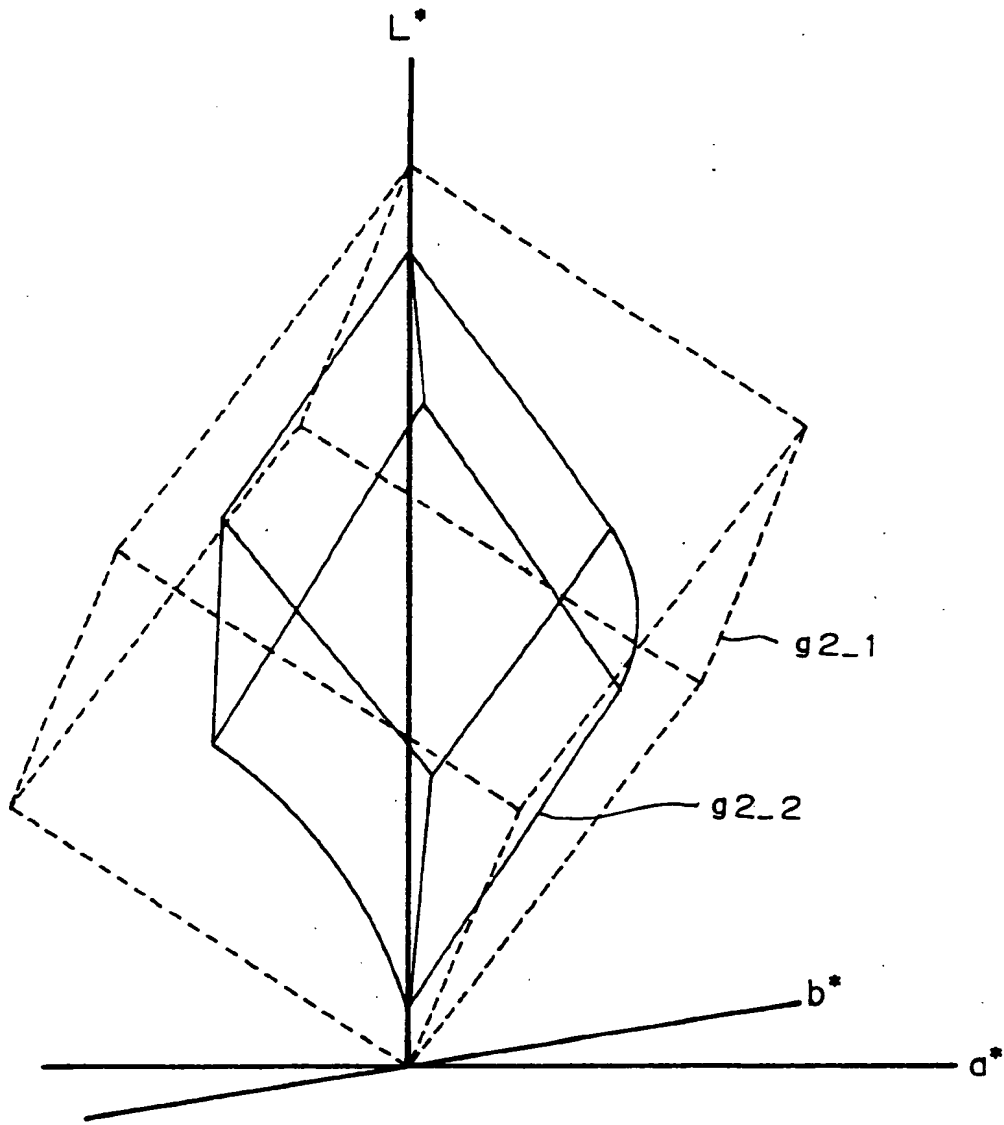
【図 2】



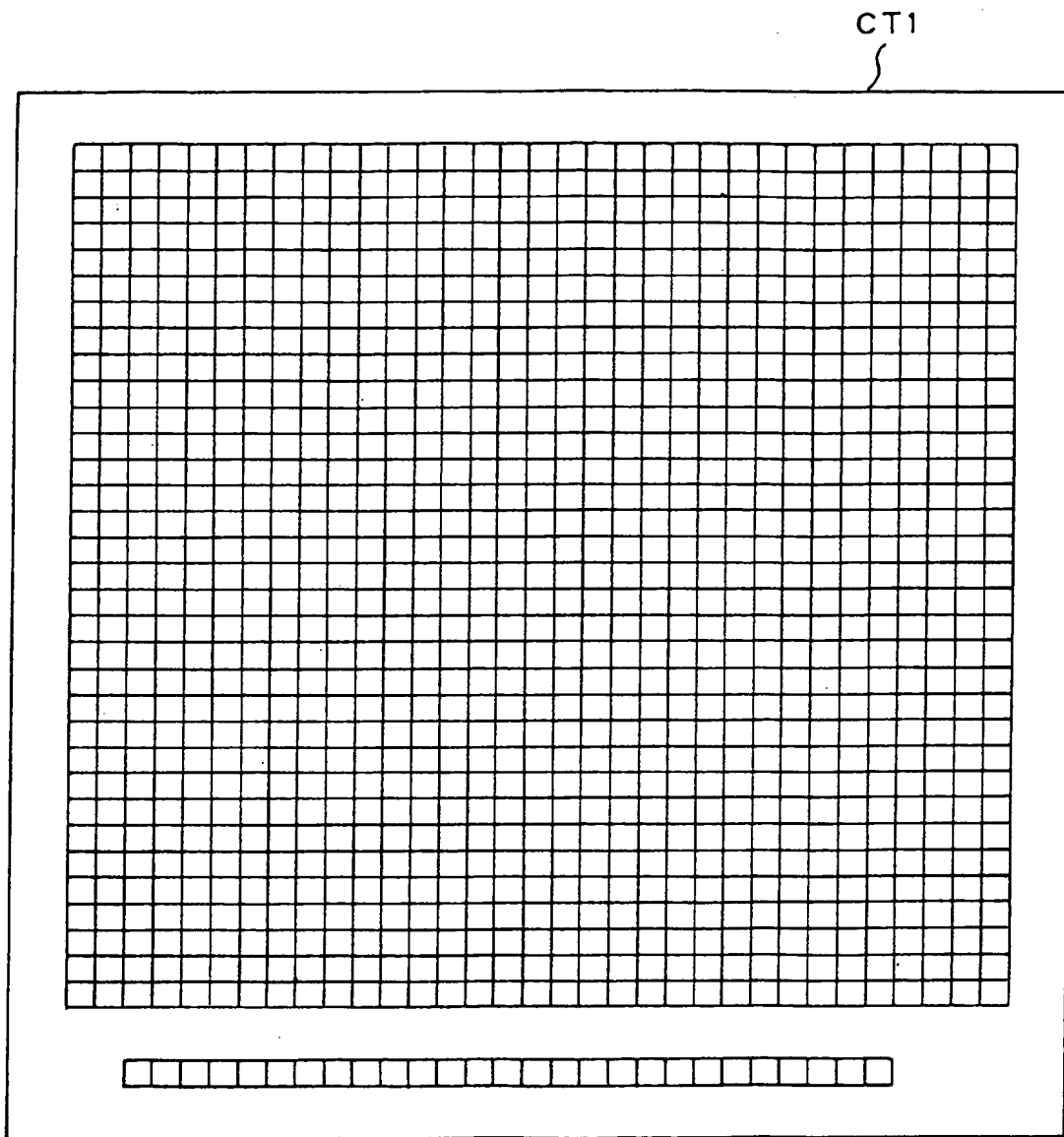
【図 3】



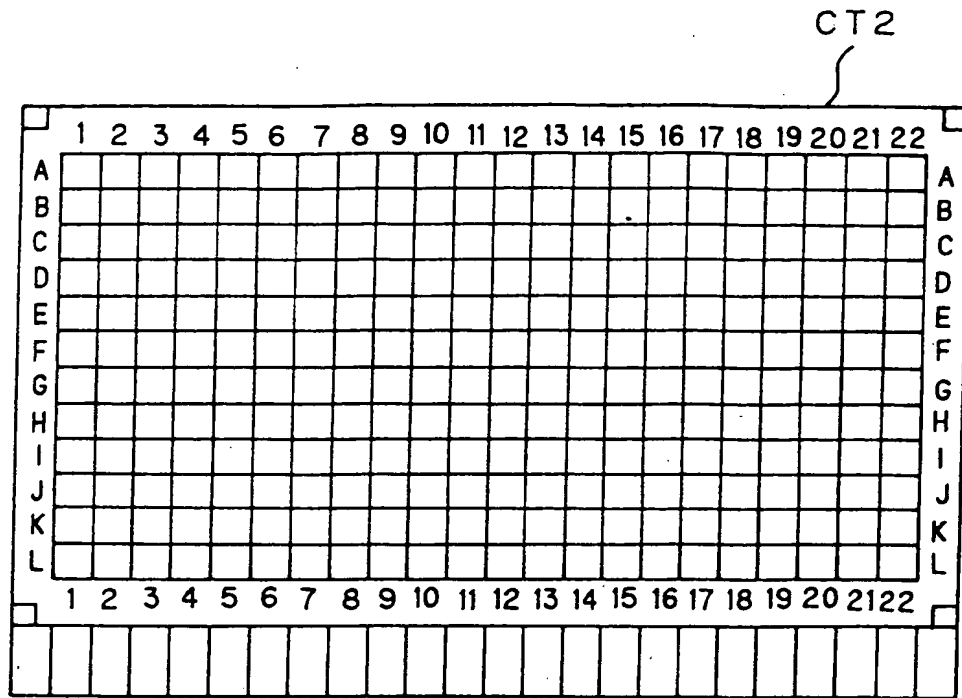
【図4】



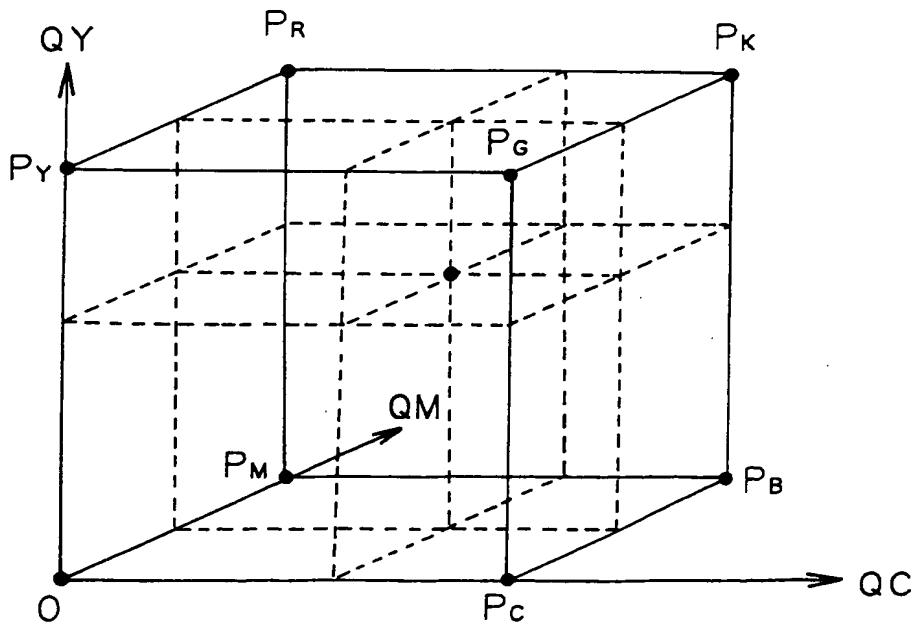
【図 5】



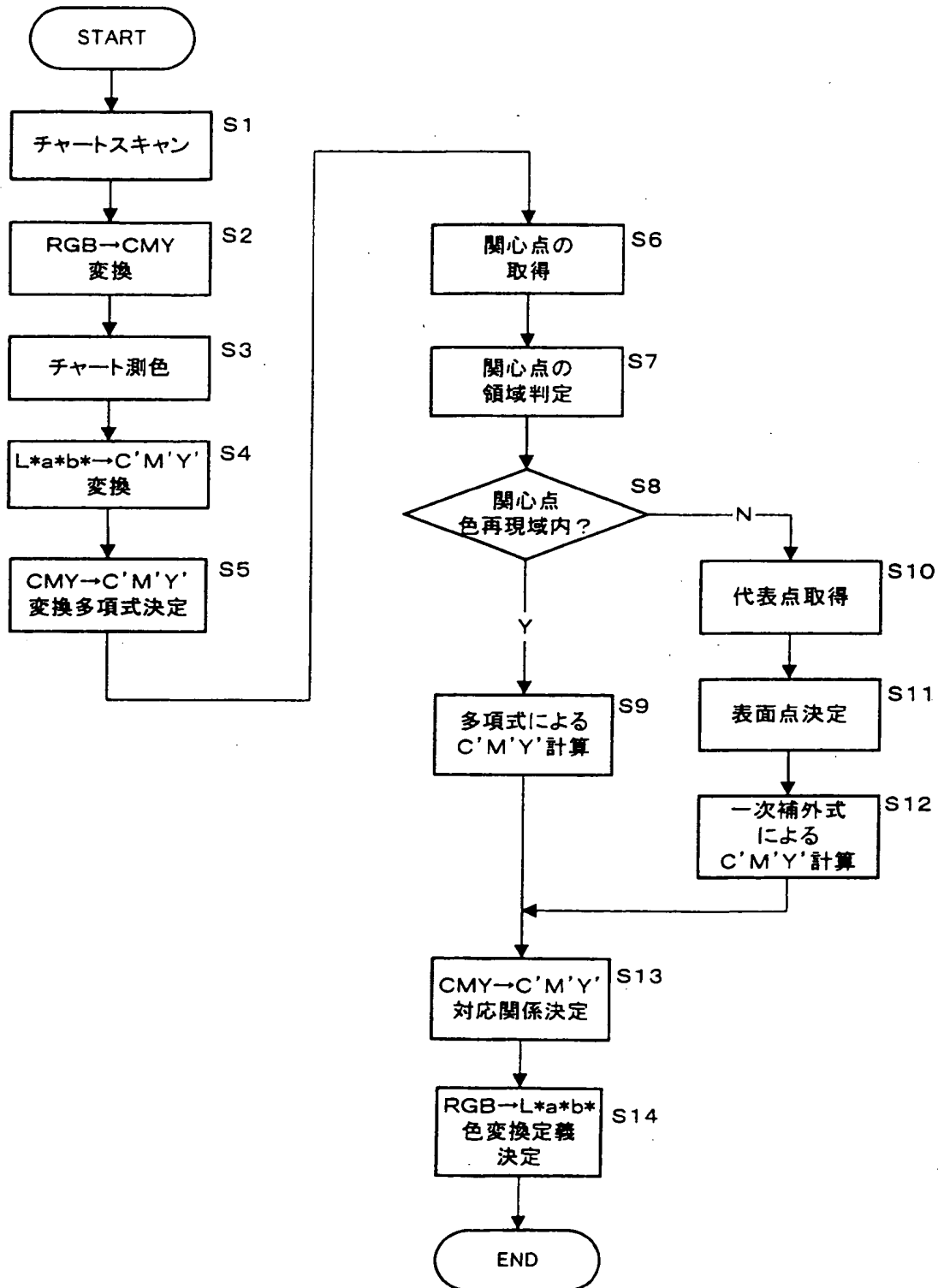
【図 6】



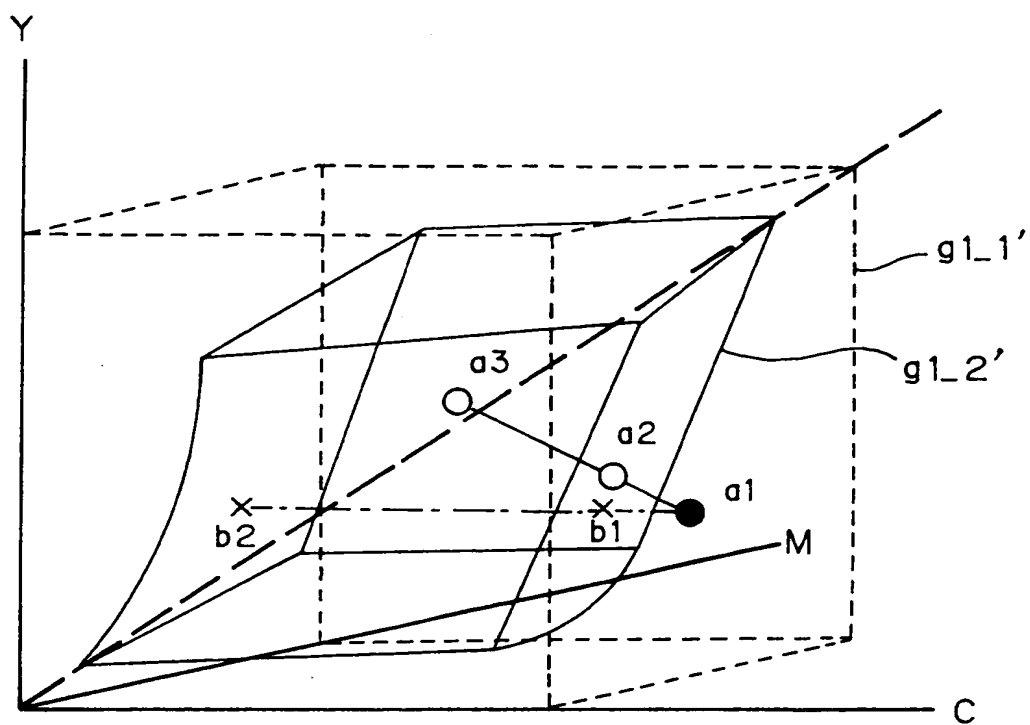
【図 7】



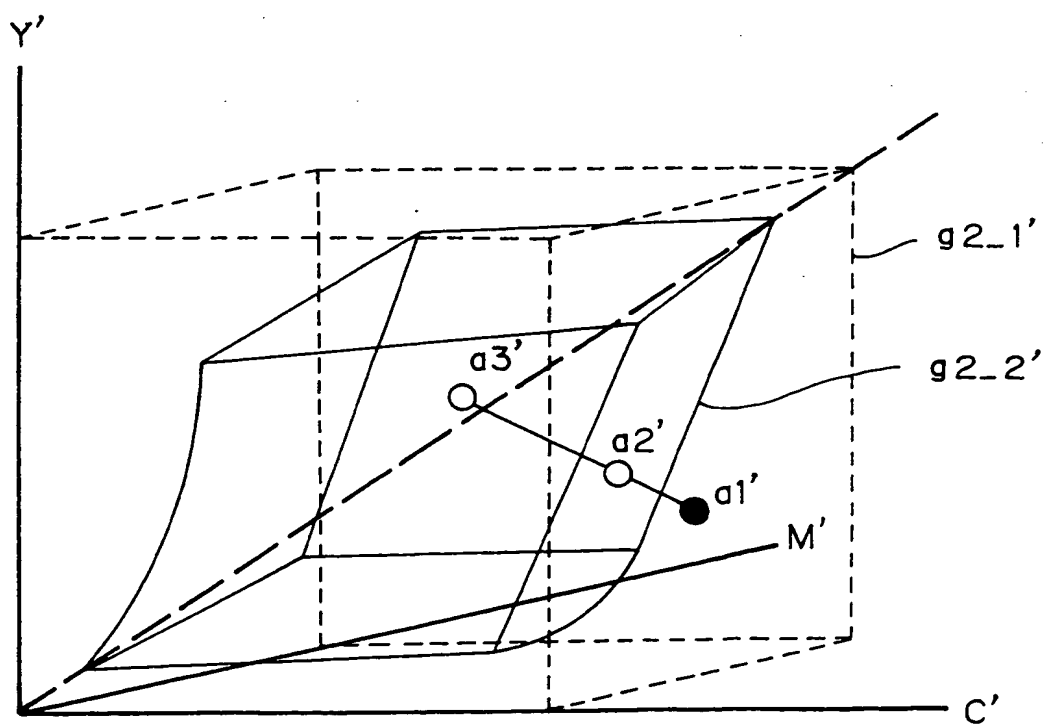
【図 8】



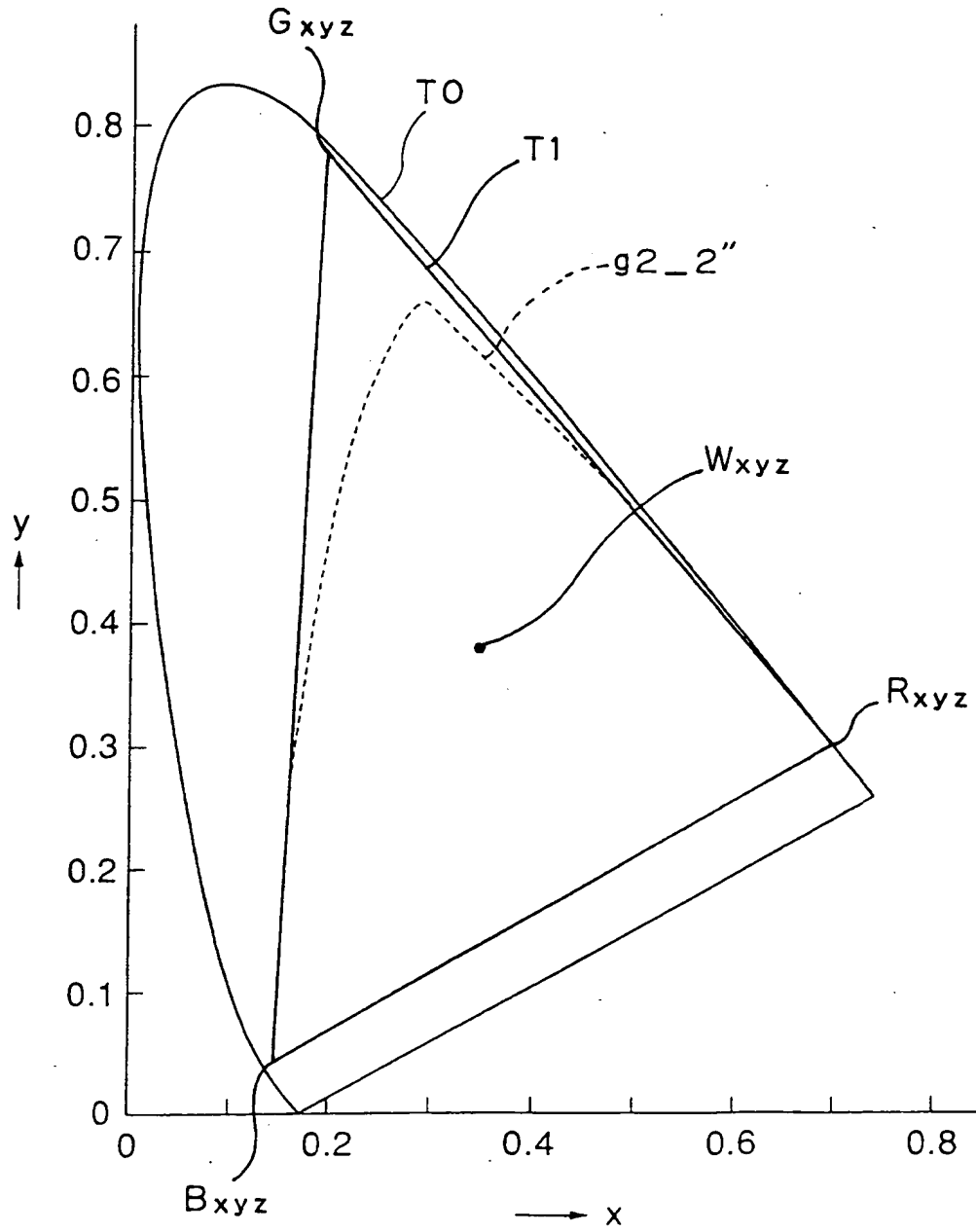
【図9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度の色変換定義の作成に適したカラーチャートを提供する。

【解決手段】 シアン、マゼンタ、およびイエローそれぞれの色素量の3軸で表される色素量空間内の、シアン、マゼンタ、およびイエローの各単色の最小色素量 $Q C_b$, $Q M_b$, $Q Y_b$ の組合せからなるベース色素量 ($Q C_b$, $Q M_b$, $Q Y_b$) とシアン単色の最大色素量 $Q C_{max}$ とマゼンタ単色の最大色素量 $Q M_{max}$ とイエロー単色の最大色素量 $Q Y_{max}$ とで規定される直方体の全ての頂点それぞれに対応する色パッチを含むとともに、その直方体の、どの2つの頂点が選択された場合であっても、選択された2つの頂点を結ぶ直線上のその2つの頂点に挟まれた中間点に対応する色パッチをも含む。

【選択図】 図7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社